

仙台海岸北部における UAV を用いた波浪モニタリング

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○鈴木 彰容
 東北学院大学工学部環境建設工学科 正会員 三戸部 佑太
 東北大学大学院工学研究科 フェロー会員 田中 仁

1. はじめに

仙台海岸北端部に位置する仙台塩釜港仙台港区（以下仙台新港）の防波堤基底部では、海岸線の侵食が顕著である。森下ら(1995)の研究によれば、この侵食は防波堤からの反射波によって引き起こされたものであることが分かっている。その後2010年4月に、防波堤基底部にコンテナターミナルが整備されたが、それ以降の防波堤基底部の波浪特性についての研究は行われていない。そこで本研究では、UAVを用いたビデオモニタリングを行い、現在の仙台海岸北部の波浪特性について議論することを目的とした。

2. 対象地域

仙台新港は、1971年7月に開港した掘り込み港湾で、全長約60kmの仙台海岸の最北端部に位置する（図1(a)）。建設直後より防波堤の延伸に伴い、基底部の侵食問題が顕在化したことを受け、1977年から翼堤の建設が開始され、1982年に250mに延伸された（図2(b)）。森下ら(1995)は、防波堤の反射波によって基底部の侵食が引き起こされたものと結論付けている。その後仙台新港は取り扱い貨物量の増加に伴い、2010年4月に翼堤の内側に増設する形で、コンテナターミナルの建設が行われた。現在、盛り土

法面部の侵食問題の対策として、防潮堤が建設されている。

3. 使用器具及び研究手法

(1)使用器具

本研究で用いた UAV は DJI 社の PHANTOM4Pro であり、連続飛行可能時間は約30分、撮影画像の解像度は、写真撮影時で 5472×3078 、動画撮影時は 3840×2160 となっている。動画の連続撮影時間は上記の解像度で5分程度となっている。

(2)動画の撮影条件

仙台新港の堤防及びコンテナターミナル上は、ドローンの飛行禁止区域に指定されている。そこで本研究では、コンテナターミナル以南の上空高度100m程度から動画撮影を行った（図2(a)）。また地上基準点として、砂浜上に1.8m四方のブルーシートを数枚敷き、頂点を杭で固定し、その中心座標を RTK-GNSS を用いて計測した。それに加えて駐車場や堤防などの構造物上からも座標を取得した。これらの地上基準点を用いて、射影変換を行うことで画像の幾何補正を実施した。図2(b)に対象領域の幾何補正後の写真を示す。

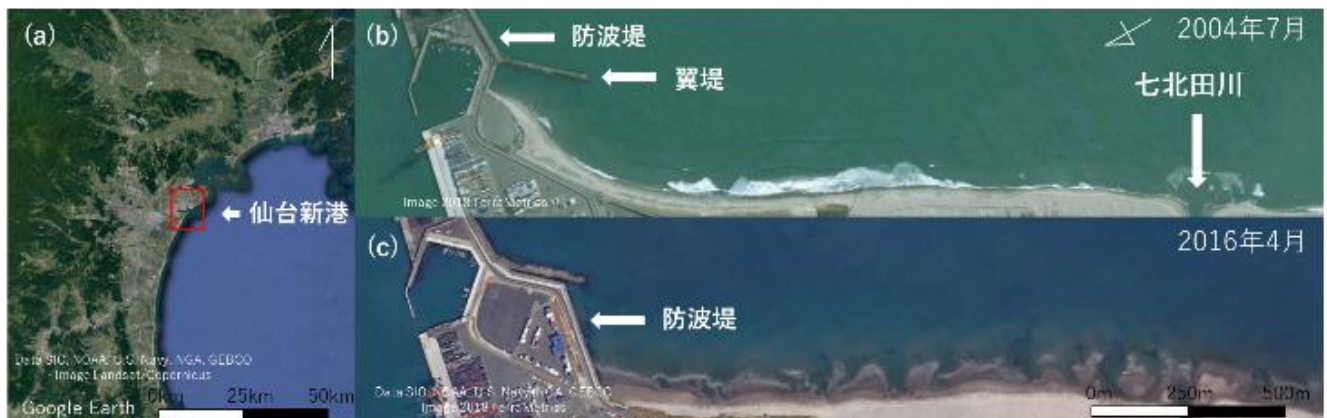


図1 (a)対象地域 (b)コンテナターミナル建設前 (c)コンテナターミナル建設後

キーワード UAV ビデオモニタリング 波浪特性

連絡先 〒980-8579 宮城県仙台市荒巻字青葉 6-6-06, TEL_022-795-7453, E-mail_akihiro.suzuki.q8@dc.tohoku.ac.jp

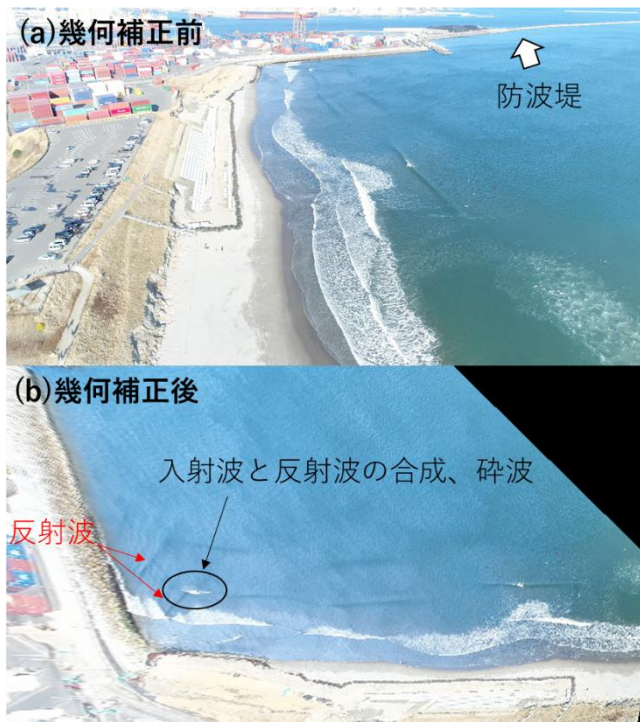


図2 (a)幾何補正前 (b)幾何補正後

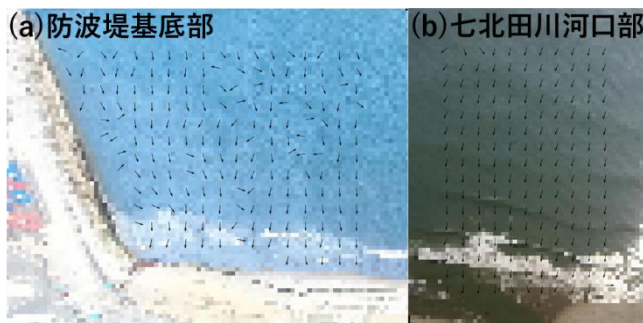


図3 波向き推定結果の一例

(3) 波浪情報の抽出

本研究では、Holman et al (2013)によって提案されている手法を用いた。同手法は時系列画像データのフーリエ変換を行い、周波数一波数ペアを算出することで、分散関係式に基づいた水深推定を行う手法である。同手法では、周波数一波数ペアを算出する過程で、波向きも算出される。本研究では、防波堤基部周辺に同手法を適用することで、波向きを抽出することとした。

4. 結果

図2(b)を見ると、入射波は海岸にほぼ垂直に入射してきていることが分かる。一方で防波堤基部近くを見ると、反射波が発生していることが分かる。そ

の後反射波は入射波と干渉し、一部砕波を生じていることが確認できる。仙台海岸では、北向きの沿岸漂砂を生じているが、森下ら(1995)によって、反射波により南向きの漂砂が発生し、基底部の侵食が発生していることが明らかになっている。コンテナターミナルが建設された現在も反射波が発生していることから、漂砂系に何らかの影響を与えている事が推測される。ここで、波向きを定量的に抽出するために、Holman et al (2013)の手法を適用した。適用に際して、卓越周波数における波向きを推定することとした。結果を図3(a)に示した。また図3(b)には反射波の影響が少ないと考えられる、七北田川河口前面部に適用した結果を示した。七北田川河口前面部では、卓越周波数に対して、ほぼ様な波向きを推定することができた一方で、仙台新港防波堤基底部の波向き推定結果は、おおよそ陸側に向かっているものの、(b)より複雑な結果になっている。これは入射波と反射波が複雑に干渉し合っていることと、(a)の動画撮影時は波高が小さく、波峰線が(b)ほど明瞭に映らなかったことが原因だと考えられる。今後は、解析方法を改善することで、より定量的に波向きを抽出することを目指すこととする。

5. まとめ

本研究では、仙台新港防波堤基部周辺において、UAVを用いた波浪モニタリングを行った。当該地域のコンテナターミナルの建設に伴って整備された防波堤によって、反射波が発生し、入射波と干渉することで、砕波を生じていることが分かった。またHolman et al (2013)の手法を適用し、波向きの抽出を試みたが、反射波と入射波が複雑に干渉しあう領域では、適用に工夫が必要であることが分かった。今後は撮影手法と解析手法の改良を行い、定量的に波浪情報を抽出していく必要がある。

6. 参考文献

- 1) 森下保壽, 高橋次郎, 川又良一, 酒井隆行, 片野明良: 構造物の反射波による海浜変形の制御効果, 海岸工学論文集, 第51巻, pp.531-535, 1995
- 2) Holoman, R. A., Plant, N., Holland, T., : cBathy: a robust algorithm for estimating nearshore bathymetry, Journal of Geophysical Reserch. 2013